

Braunschweigische
Wissenschaftliche Gesellschaft

Jahrbuch 2019

Sonderdruck
Seiten 166–167



J. CRAMER Verlag • Braunschweig
2020

Let it flow – Durchflussbatterien für stationäre Anwendungen*

THOMAS TUREK

Institut für Chemische und Elektrochemische Verfahrenstechnik (ICVT) der TU Clausthal, Leibnizstr. 17, DE-38678 Clausthal-Zellerfeld, E-Mail: turek@icvt.tu-clausthal.de

Im Zuge der Umstellung des Energiesystems auf fluktuierende erneuerbare Energien werden zukünftig Energiespeicher in immer größerem Umfang benötigt. Eine wichtige Rolle spielen dabei wieder aufladbare Batterien (Sekundärbatterien), in denen chemische und elektrische Energie durch verschiedene Redoxreaktionen ineinander umgewandelt werden können. Neben den bekannten Lithium-Ionen-Batterien gibt es dafür eine ganze Reihe von alternativen Möglichkeiten. Einen interessanten Sonderfall stellen die so genannten Durchflussbatterien dar, bei denen die Energie in Form von Salzlösungen (oder auch Lösungen redoxaktiver organischer Moleküle) in externen Tanks gespeichert wird. Durch die Größe der Tanks und die Konzentration der Ionen kann der Energieinhalt der Batterie festgelegt werden. Die Energiewandlung findet in elektrochemischen Zellen statt, die ganz ähnlich wie Brennstoffzellen aufgebaut sind und deren Fläche die ein- und ausspeicherbare Leistung bestimmt. Dadurch sind anders als bei üblichen Batterien Energieinhalt und Leistung entkoppelt und unabhängig voneinander einstellbar.

Ein besonders weit entwickeltes Beispiel für Durchflussbatterien basiert ausschließlich auf Lösungen von Vanadiumionen. Der negative Elektrolyt enthält V^{2+} - und V^{3+} -Ionen, der positive Elektrolyt Ionen der Wertigkeit +4 und +5 in schwefelsaurer Lösung. Bei einer voll aufgeladenen Batterie haben die Elektrolyte den Ladungszustand +2 bzw. +5, im voll entladenen Zustand die Ladungszustände +3 und +4. Die Ionenreaktionen finden an porösen Kohlenstoffelektroden statt und die beiden Elektrolyte werden durch Kationen- oder Anionenaustauschermembranen voneinander getrennt, die möglichst undurchlässig für die Vanadiumionen sein müssen. Eine derartige Batterie ist außerordentlich robust und langlebig und kann viele Tausend Lade-Entladezyklen ohne nennenswerte Alterung durchlaufen. Darüber hinaus ist sie intrinsisch sicher und stellt auch bei einem Kurzschluss kein besonderes Gefahrenpotenzial dar. Wegen der begrenzten

* Der Vortrag wurde am 07.06.2019 in der Klasse für Ingenieurwissenschaften der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft gehalten.

Löslichkeit der Ionen ist die Energiedichte mit ca. 25 Wh/kg allerdings relativ gering, weshalb sich Durchflussbatterien nur für stationäre und nicht für mobile Anwendungen eignen.

Erste Arbeiten zur Entwicklung von Durchflussbatterien wurden in den 1950er Jahren von Walther Kangro in Braunschweig durchgeführt. In den 1970er Jahren wurden erste Systeme mit technischer Baugröße auf Basis von Eisen- und Chromsalzen von der NASA entwickelt. Das Vanadiumsystem geht auf Arbeiten an der University of New South Wales in Sydney, Australien, Anfang der 1980er Jahre zurück [1]. Heute gibt es bereits eine Reihe von Anbietern kommerzieller Vanadium-Durchflussbatterien im Kilowatt- bis Megawatt-Maßstab. Wegen der großen Konkurrenz durch die immer zuverlässiger und preiswerter werdenden Lithium-Ionen-Batterien müssen auch Durchflussbatterien permanent weiterentwickelt werden. Die aktuellen Fragestellungen umfassen beispielsweise die Verringerung von Verlusten und damit die Erhöhung des Wirkungsgrades durch verbesserte Materialien (Elektroden, Membranen) und einen optimierten Aufbau der Zellen und Zellenstapel sowie die Vergrößerung der Zellflächen bis in den Quadratmetermaßstab. Da ungefähr 50% der Gesamtkosten des Batteriesystems durch den Energieträger Vanadium bedingt sind [2], wird darüber hinaus auch intensiv nach preiswerten alternativen Energieträgern gesucht, die bevorzugt auf nachwachsenden organischen Rohstoffen basieren.

Literatur

- [1] SKYLLAS-KAZACOS, M., M.H. CHAKRABARTI, S.A. HAJIMOLANA, F.S. MJALLI & M. SALEEM (2011): Progress in Flow Battery Research and Development. – *Journal of the Electrochemical Society* **158**: R55–R79.
- [2] MINKE, C. & T. TUREK (2018): System designs and modelling approaches in techno-economic assessment of all-vanadium redox flow batteries – A review. – *Journal of Power Sources* **376**: 66–81.